

**Fuel cell system operating method has individual fuel cells or fuel cell stacks switched into and out of operation for matching required power output**

Patent Number: DE10010985  
Publication date: 2001-09-20  
Inventor(s): MUELLER JENS THOMAS (DE); GERBERICH ROBERT (DE)  
Applicant(s): DAIMLER CHRYSLER AG (DE)  
Requested Patent: ☐ DE10010985  
Application Number: DE20001010985 20000307  
Priority Number(s): DE20001010985 20000307  
IPC Classification: H01M8/24; H01M8/04  
EC Classification: H01M8/04H  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

The operating method uses controlled operation of switching devices (7), allowing individual fuel cells (2) or fuel cell stacks (3) to be switched into an out of operation, in dependence on the required power output of the fuel cell system (1). The switching devices can be provided by semiconductor switches, receiving control signals from a control device supplied with the required power output. An independent claim for a fuel cell system is also included.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 10 985 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 M 8/24**  
H 01 M 8/04

⑳ Aktenzeichen: 100 10 985.3  
㉔ Anmeldetag: 7. 3. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 20. 9. 2001

**DE 100 10 985 A 1**

㉑ Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:  
Gerberich, Robert, Dipl.-Phys., 87439 Kempten, DE;  
Müller, Jens Thomas, Dipl.-Chem., 89081 Ulm, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems und Brennstoffzellensystem

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems und ein Brennstoffzellensystem. Das Brennstoffzellensystem umfaßt mindestens einen Strang aus mehreren in Reihe geschalteten und durch Parallelschaltungen überbrückbaren Brennstoffzellen und/oder Stacks sowie Schaltmittel zum Überbrücken. In Abhängigkeit von einer gewünschten Ausgangsleistung des Brennstoffzellensystems werden einzelne Brennstoffzellen und/oder Stacks durch Überbrücken und Nicht-Überbrücken in dem Brennstoffzellensystem elektrisch abgeschaltet und zugeschaltet.

**DE 100 10 985 A 1**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems und ein Brennstoffzellensystem. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Brennstoffzellensystem, das mindestens einen Strang aus mehreren in Reihe geschalteten und durch Parallelschaltungen überbrückbaren Brennstoffzellen und/oder Stacks sowie Schaltmittel zum Überbrücken umfaßt.

Für mobile Anwendungen, z. B. Kraftfahrzeuge, sind Brennstoffzellen bzw. Brennstoffzellensysteme als Antriebsquellen interessant, da diese gegenüber Verbrennungskraftmaschinen einen höheren Wirkungsgrad aufweisen und umweltverträglicher sind. Dabei ist die von dem Brennstoffzellensystem zu erbringende Leistung u. a. von Umgebungsbedingungen und Fahrzeugparametern, z. B. Bewegungszustand und Beladung eines Kraftfahrzeuges, abhängig. Solche Brennstoffzellensysteme müssen somit grundsätzlich in unterschiedlichen Lastbereichen betrieben werden. Direkt-Methanol-Brennstoffzellen (DMFC) werden dazu bei wechselnden Stromdichten betrieben. Diese Betriebsart hat aufgrund des sogenannten Methanoldurchbruches gerade im Teillastbereich einen schlechten Wirkungsgrad.

Aus der DE 196 28 888 C1 ist eine Direkt-Methanol-Brennstoffzelle (DMFC) bekannt, die einen erhöhten Methanolumsatz aufweist. Zu diesem Zweck wird die Brennstoffzelle mit einem alternierenden Betriebsdruck mit ausreichend hoher Amplitude und Frequenz der Druck-Alternierung betrieben. Eine solche Brennstoffzelle weist gegenüber einer Brennstoffzelle, die mit dem Mittelwert der Druck-Alternierung betrieben wird, einen erhöhten Wirkungsgrad auf.

Aus der DE 197 32 305 A1 ist ein Brennstoffzellen-Stack bekannt, dessen Brennstoffzellen in Abhängigkeit von der Leistungsabforderung in Reihe oder parallel befüllt werden. Dies geschieht mit Hilfe von zusätzlichen Gaseintrittsöffnungen mit verschließbaren Gasklappen, über die einzelne oder gruppenweise zusammengefaßte Brennstoffzellen zusätzlich parallel mit Brennstoff gefüllt werden. Für einen Betrieb mit hohem Wirkungsgrad werden die Brennstoffzellen in Reihe geschaltet befüllt, so daß der Brennstoff möglichst viele Brennstoffzellen durchströmt. Für die Erzielung hoher Leistung werden die Brennstoffzellen zusätzlich mit parallel zugeführtem Brennstoff versorgt.

Aus der DE 43 38 178 A1 ist eine Anordnung zur Überwachung des Zustandes eines Brennstoffzellen-Modules bekannt, das aus Brennstoffzellen besteht, die in einzelnen Gruppen in Reihe geschaltet sind. Diese Gruppen sind weiterhin zueinander parallel geschaltet und bilden das Modul. Für die Überwachung des Zustandes des Brennstoffzellen-Modules wird vorgeschlagen, die Gruppen in Zweige einer Brückenschaltung aufzuteilen und aus der Auswertung der zwischen den Zweigen gemessenen Spannung bzw. des gemessenen Stromes den Zustand zu ermitteln.

Aus der DE 198 27 880 C1 ist eine Schaltungsanordnung für ein Brennstoffzellensystem bekannt, das aus mehreren in Reihe geschalteten einzelnen Brennstoffzellen besteht. Um zu vermeiden, daß es bei einem Ausfall der Wasserstoff- bzw. Sauerstoffversorgung einer einzelnen Brennstoffzelle zu einer Verpolung und somit Beschädigung/Zerstörung dieser Brennstoffzelle kommt, sind Dioden oder steuerbare Schalter vorgesehen, mit denen die einzelnen Brennstoffzellen im Sinne einer niederohmigen Parallelschaltung überbrückt werden.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems und ein Brennstoffzellensystem zu schaffen, das

auch beim Betrieb in unterschiedlichen Lastbereichen einen hohen Systemwirkungsgrad aufweist.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden sowohl ein Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems mit den Merkmalen des Anspruchs 1 als auch ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 8 vorgeschlagen.

Erfindungsgemäß werden demnach in einem Brennstoffzellensystem einzelne Brennstoffzellen und/oder Stacks in Abhängigkeit von einer gewünschten Ausgangsleistung des Brennstoffzellensystems durch Überbrücken und Nicht-Überbrücken elektrisch ab- und zugeschaltet. Für einen hohen Wirkungsgrad eines Brennstoffzellensystems ist es zweckmäßig, das System mit hohen Stromdichten zu betreiben. Durch den Aufbau des Brennstoffzellensystems aus mehreren kleineren Stacks lassen sich die Methanolverluste über die Membran minimieren. Die Erfindung ermöglicht einen Betrieb eines Brennstoffzellensystems auch in unterschiedlichen Lastbereichen mit hohen Stromdichten. Dieses wird dadurch erreicht, daß zum Abdecken des jeweiligen Leistungsbedarfes im wesentlichen nur eine entsprechende Anzahl von Brennstoffzellen und/oder Stacks aktiv ist, die ausreicht, um beim Betrieb mit hohen Stromdichten die geforderte Leistung zu erbringen. Die restlichen Brennstoffzellen bzw. Stacks sind nicht aktiv und elektrisch abgeschaltet, nämlich überbrückt. Das System wird somit in unterschiedlichen Lastbereichen im wesentlichen nur mit Brennstoffzellen bei hohen Stromdichten betrieben, wodurch ein hoher Wirkungsgrad erreicht wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, daß ein Brennstoffzellensystem mindestens zwei zueinander parallel geschaltete Stränge aufweist und Brennstoffzellen bzw. Stacks so zu- und abgeschaltet werden, daß in den einzelnen Strängen jeweils die gleiche Anzahl von Brennstoffzellen bzw. Stacks elektrisch eingeschaltet, d. h. aktiv ist. Dadurch werden Ausgleichsströme aufgrund unterschiedlicher Spannungen in den Strängen verhindert. Die Stränge selbst weisen unabhängig vom Schaltzustand der Brennstoffzellen und/oder Stacks, im folgenden als Strangelemente bezeichnet, zweckmäßigerweise jeweils die gleiche Anzahl von Strangelementen auf.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Strangelemente, nämlich die Brennstoffzellen und/oder Stacks, beim Abschalten vom Laststromkreis getrennt und beim Zuschalten in den Laststromkreis eingeschaltet. Dazu sind für die Strangelemente weitere Schaltmittel vorgesehen. Ein hoher Innenwiderstand der parallel angeordneten ersten Schaltmittel zum Überbrücken der Strangelemente kann dazu führen, daß Fehlströme über die elektrisch abgeschalteten Strangelemente fließen. Die zweiten Schaltmittel sind zu den Strangelementen in Reihe geschaltet und trennen diese vom Laststromkreis ab. Diese Maßnahme verhindert auf einfache Art und Weise mögliche Fehlströme.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Strangelemente, die zugeschaltet bzw. abgeschaltet werden sollen, in Abhängigkeit von der geleisteten Betriebsstundendauer und/oder Leistung ausgewählt. Dazu sind Betriebsdaten-Erfassungs-Einrichtungen zum Erfassen von Betriebsdaten, z. B. von Betriebsstundendauer, Leistung und/oder Stromdichte der einzelnen Strangelemente vorgesehen. Die Strangelemente, die zugeschaltet bzw. abgeschaltet werden sollen, können aber auch nach einem Rotationsprinzip ausgewählt werden. Vorteilhafterweise werden beide Auswahlverfahren kombiniert, z. B. wenn ab-/zuzuschaltende Strangelemente ähnliche Betriebsdaten aufweisen. Auf der Grundlage der ermittelten Betriebsdaten und/oder nach dem Rotationsprinzip werden die einzelnen

Strangelemente zu- und abgeschaltet, so daß deren Belastung bzw. der Verschleiß der einzelnen Elemente im Mittel gleich groß ist. Dadurch wird ein Gesamtsystem mit weitgehend homogener Belastung bzw. Auslastung der einzelnen Komponenten geschaffen. Dadurch kann die Lebensdauer des Brennstoffzellensystems im Ganzen erhöht werden und die Ressourcen, z. B. die Verwendungsdauer, Belastbarkeit und Verschleißfähigkeit, einzelner Komponenten, z. B. von Katalysatormaterialien, effektiv genutzt und gezielt abgestimmt werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben des Brennstoffzellensystems werden in Abhängigkeit von dem Betrag der gewünschten Leistungssteigerung und der momentanen Stromdichte in den aktiven Strangelementen weitere Strang-elemente bereits zugeschaltet, auch wenn die maximale Stromdichte in den aktiven Strangelementen noch nicht erreicht ist. Für hohe Leistungsänderungen, z. B. bei der "Kick-Down-Stellung" eines Gaspedals eines Kraftfahrzeuges, kann hierdurch eine kontinuierliche Leistungszunahme bzw. Leistungsbereitstellung gewährleistet werden.

Eine zweckmäßige Ausgestaltung des Verfahrens zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems sieht vor, daß aus Betriebsdaten, z. B. Spannung, Strom und/oder Stromdichte der Ausfall bzw. die Leistungsabnahme einzelner Strangelemente ermittelt wird. Die ermittelten "fehlerhaften" Strang-elemente werden abgeschaltet, um eine eventuelle Schädigung des Brennstoffzellensystems zu verhindern. Gleichzeitig wird es ermöglicht, das Brennstoffzellensystem zumindest mit einer verringerten Leistungsfähigkeit weiter zu betreiben, bis der Fehler behoben werden kann.

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung sind die Schaltmittel als Leistungsschalter, insbesondere Halbleiterschalter, ausgeführt. Diese sind aufgrund ihrer Kenndaten für die Verwendung mit der Erfindung besonders geeignet. Die Schaltmittel können zweckmäßig als eine Schalteinheit ausgeführt sein. Daraus ergeben sich Vorteile bezüglich kompakter Bauweise, insbesondere in Fertigung, Ansteuerung und Kühlung.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die einzelnen Stränge der Strangelemente voneinander durch Halbleiterbauelemente, vorzugsweise Dioden, entkoppelt. Aufgrund von Spannungstoleranzen einzelner Brennstoffzellen bzw. Stacks können unterschiedliche Strangspannungen auch bei gleicher Anzahl aktiver Strang-elemente auftreten. Durch den Einbau von Dioden kann das Fließen dadurch bedingter Ausgleichsströme auf einfache Art und Weise verhindert werden.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems.

Das in der Figur dargestellte erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem 1 ist aus einzelnen Brennstoffzellen 2 aufgebaut. Diese sind bevorzugt als Direkt-Methanol-Brennstoffzellen (DMFC) ausgeführt. Die Brennstoffzellen 2 sind in einzelnen Gruppen zu sogenannten Stacks 3 verbunden,

in denen jeweils eine bestimmte Anzahl von Brennstoffzellen 2 in Reihe geschaltet ist. Ein Strang 4 wird wiederum aus mehreren in Reihe geschalteten Stacks 3 gebildet. Der Strang 4 kann aber auch aus mehreren in Reihe geschalteten Brennstoffzellen 2 bestehen. Zwischen den Anschlußleitungen 5 und 6 des Brennstoffzellensystems 1 sind mehrere Stränge 4 zueinander parallel geschaltet. Die Leistungsdaten wie Strom, Spannung und Ausgangsleistung eines solchen Brennstoffzellensystems werden durch die verwendeten Brennstoffzellen 2 und die Anzahl der auf diese Art und Weise in Reihe und parallel miteinander verschalteten Brennstoffzellen 2 festgelegt.

Den einzelnen Stacks 3 sind Schaltmittel 7 zugeordnet. Diese Schaltmittel 7 sind in einer bevorzugten Ausführungsform Leistungsschalter 7, insbesondere Halbleiterschalter. Die Leistungsschalter 7 sind über die Schallleitung 8 zu den Stacks 3 parallel geschaltet. Durch Schließen des Leistungsschalter 7 wird der entsprechende Stack 3 überbrückt. Die Stacks 3 können somit durch Schließen und Öffnen der jeweiligen Leistungsschalter 7 nach Bedarf elektrisch ab- und zugeschaltet werden. Dabei ist in den einzelnen Strängen 4 jeweils eine gleiche Anzahl von Brennstoffzellen 2 bzw. Stacks 3 zugeschaltet. Zusätzlich ist ein zweiter Leistungsschalter 9 in Reihenschaltung zu den Stacks 3 vorgesehen. Durch diesen Schalter 9 wird der Stack 3 vom Laststromkreis abgetrennt, um Fehlströme durch einen nicht mit Brennstoff und Luft versorgten bzw. nicht aktiven Stack auszuschließen. Dieser Schalter 9 weist eine gegenüber dem Schalter 7 inverse Schaltfunktion auf. In einer bevorzugten Ausführung sind die Schalter 7 und 9 als mehrpolige Schalteinheit ausgeführt. An den Schaltern 7 und 9 können weiterhin (nicht dargestellte) Kühlmittel vorgesehen sein, um die Verlustleistung abzuführen, die an den Halbleiterschaltern 7 und 9 durch den Spannungsabfall bei hohen Strömen entsteht.

Eine entsprechende Schaltungsanordnung kann auch an jeder einzelnen Brennstoffzelle 2 vorgesehen sein. Das Brennstoffzellensystem 1 kann auch in einen Grundlastbereich und einen Zusatzlastbereich unterteilt sein. Die dem Grundlastbereich zugehörigen Brennstoffzellen 2 bzw. Stacks 3 sind nicht ab- und zuschaltbar vorgesehen und decken eine immer benötigte Grundlast ab, wohingegen die Brennstoffzellen 2 bzw. Stacks 3 des Zusatzlastbereiches über die obige Schaltungsanordnung bedarfsgerecht zu- und abgeschaltet werden können. Dadurch ist es möglich, die Brennstoffzellen 2 des Brennstoffzellensystems 1 auch in unterschiedlichen Lastbereichen durch entsprechende Wahl der Anzahl aktiver Brennstoffzellen 2 bei hohen Stromdichten zu betreiben. Dadurch wird ein gleichmäßig hoher Wirkungsgrad des Brennstoffzellensystems 1 auch bei unterschiedlichem Lastbetrieb erreicht.

Die Spannungstoleranzen einzelner Brennstoffzellen 2 können sich aufgrund der Reihenschaltung in den Strängen zu unterschiedlichen Strangspannungen aufsummieren. Um die resultierenden Ausgleichsströme, die bei entsprechender Größe den Wirkungsgrad des Gesamtsystems herabsetzen können, zu verhindern, sind die einzelnen Stränge 4 durch Halbleiterbauelemente 10 entkoppelt. Diese entkoppelnden Halbleiterbauelemente 10 sind in einer einfachen Ausführung als Dioden realisiert.

Das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem 1 umfaßt weiterhin eine (nicht dargestellte) Steuervorrichtung zum Steuern der Leistungsschalter 7, 9 und Betriebsdaten-Erfassungseinrichtungen zum Erfassen von Betriebsdaten der Brennstoffzellen 2 bzw. der Stacks 3. Dabei werden z. B. Betriebsstundendauer, Strom, Spannung, Leistung und/oder Stromdichte erfaßt. Die einzelnen Brennstoffzellen 2 bzw. Stacks 3 werden in Abhängigkeit von deren Beanspruchung

und/oder nach einem Rotationsprinzip zugeschaltet und abgeschaltet, wodurch eine gleichmäßige Auslastung der einzelnen Komponenten gewährleistet ist. Mit den erfaßten Betriebsdaten kann auch ein Leistungsabfall oder ein Ausfall einzelner Brennstoffzellen 2 bzw. Stacks 3 festgestellt werden. Diese "defekten" Brennstoffzellen 2 bzw. Stacks 3 werden gezielt abgeschaltet, um das Brennstoffzellensystem 1 vor eventuellen Beschädigungen zu schützen, und das Brennstoffzellensystem 1 kann zumindest mit verminderter Leistung bis zum Beheben des Defektes weiter betrieben werden. Das Zuschalten von Brennstoffzellen 2 bzw. Stacks 3 erfolgt vorzugsweise auch in Abhängigkeit von der gewünschten Leistungsänderung und der Stromdichte in den aktiven von Brennstoffzellen 2 bzw. Stacks 3. Bei hohen geforderten Leistungsänderungen, z. B. bei ermittelter Kick-Down-Stellung des Gaspedals eines Fahrzeuges, werden weitere Brennstoffzellen 2 bzw. Stacks 3 schon vor dem Erreichen der maximalen Stromdichte zugeschaltet. Auf diese Art und Weise wird eine kontinuierliche Leistungszunahme gewährleistet.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems (1), das mindestens einen Strang (4) aus mehreren in Reihe geschalteten und durch Parallelschaltungen überbrückbaren Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) sowie Schaltmittel (7) umfaßt, bei dem einzelne Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) in Abhängigkeit von einer gewünschten Ausgangsleistung des Brennstoffzellensystems (1) mittels der Schaltmittel (7) durch Überbrücken und Nicht-Überbrücken elektrisch ab- und zugeschaltet werden.
2. Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Stränge (4) zueinander parallel geschaltet sind und Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) so ab- und zugeschaltet werden, daß in jedem Strang (4) jeweils die gleiche Anzahl von Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) aktiv ist.
3. Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) beim Abschalten vom Laststromkreis getrennt und beim Zuschalten in den Laststromkreis eingeschaltet werden.
4. Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3), die zugeschaltet bzw. abgeschaltet werden sollen, in Abhängigkeit von der geleisteten Betriebsstundendauer und/oder Leistung ausgewählt werden.
5. Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3), die zugeschaltet bzw. abgeschaltet werden sollen, nach einem Rotationsprinzip ausgewählt werden.
6. Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von dem Betrag der gewünschten Leistungssteigerung und der Stromdichte in den aktiven Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) weitere Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) schon vor dem Erreichen der maximalen Stromdichte in den aktiven Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) zugeschaltet werden.
7. Verfahren zum Betrieb eines Brennstoffzellensystems

nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Leistungsabnahme oder einem Ausfall einzelner Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) die entsprechenden Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) abgeschaltet werden.

8. Brennstoffzellensystem zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit Strängen (4) aus mehreren in Reihe geschalteten Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3), wobei die Stränge (4) zueinander parallel geschaltet sind und einzelne Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) mit Schaltmitteln (7) durch Parallelschaltungen überbrückbar sind, so daß in jedem Strang (4) jeweils die gleiche Anzahl von Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) aktiv ist.

9. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Stränge (4) jeweils die gleiche Anzahl von Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) aufweisen.

10. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß zweite Schaltmittel (9) für einzelne Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) vorgesehen sind, die zu den einzelnen Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) in Reihe geschaltet sind, um die Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) vom Laststromkreis zu trennen und in den Laststromkreis einzuschalten.

11. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Schaltmittel (7, 9) als eine Schalteinheit ausgeführt sind.

12. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltmittel (7, 9) Leistungsschalter sind.

13. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltmittel (7, 9) Halbleiterschalter sind.

14. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuervorrichtung zum Steuern der Schaltmittel (7, 9) vorgesehen ist.

15. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß Betriebsdaten-Erfassungs-Einrichtungen zum Erfassen von Betriebsstundendauer, Leistung und/oder Stromdichte der einzelnen Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) vorgesehen sind.

16. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß Baueinheiten (10) zur Entkopplung der Stränge (4) der Brennstoffzellen (2) und/oder Stacks (3) vorgesehen sind, um Ausgleichsströme zwischen den einzelnen Strängen (4) zu verhindern.

17. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Baueinheiten (10) Dioden sind.

18. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzellen (2) Direkt-Methanol-Brennstoffzellen (DMFC) sind.

19. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 8 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß Kühlmittel zum Kühlen der Schaltmittel (7, 9) vorgesehen sind.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

